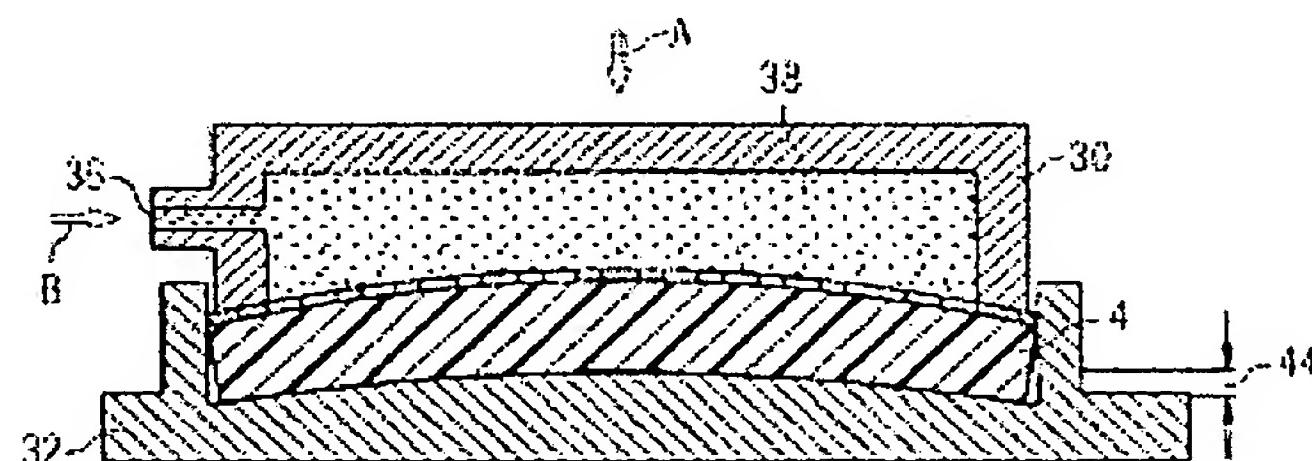


**Device for packaging electronic components by injection molding used for e.g. chip size packaging comprises electronic components arranged on a first side of a system support in a predetermined position****Publication number:** DE10126508**Publication date:** 2002-12-05**Inventor:** BAST ULRICH (DE); ERNST GEORG (DE); ZEILER THOMAS (DE); OECHSNER MATTHIAS (US)**Applicant:** INFINEON TECHNOLOGIES AG (DE)**Classification:****- international:** H01L21/56; H01L21/60; H01L23/15; H01L21/02; H01L23/12; (IPC1-7): H01L21/50; H01L21/56; H01L21/58; H01L23/15**- european:** H01L21/56M; H01L21/60C4; H01L23/15**Application number:** DE20011026508 20010530**Priority number(s):** DE20011026508 20010530**Report a data error here****Abstract of DE10126508**

Device for packaging electronic components by injection molding comprises electronic components (2) arranged on a first side (6) of a system support (4) in a predetermined position. Device for packaging electronic components by injection molding comprises electronic components (2) arranged on a first side (6) of a system support (4) in a predetermined position. The system support has conducting pathways, contact surfaces for connecting to the contact surfaces of the electronic components and through-contacts for applying external contact surfaces and/or contact humps to a second side (8) lying opposite the first side. The system support is a ceramic substrate covered on the first side by a plastic layer. An Independent claim is also included for a process for packaging electronic components by injection molding.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 101 26 508 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 21/50**  
H 01 L 21/56  
H 01 L 23/15  
H 01 L 21/58

⑰ Aktenzeichen: 101 26 508.5  
⑱ Anmeldetag: 30. 5. 2001  
⑲ Offenlegungstag: 5. 12. 2002

DE 101 26 508 A 1

⑳ Anmelder:  
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

㉑ Vertreter:  
Schweiger, M., Dipl.-Ing. Univ., Pat.-Anw., 80803  
München

㉒ Erfinder:  
Bast, Ulrich, Dr., 81667 München, DE; Ernst, Georg,  
93107 Thalmassing, DE; Zeiler, Thomas, 93049  
Regensburg, DE; Oechsner, Matthias, Dr.,  
Wintersprings, Fla., US

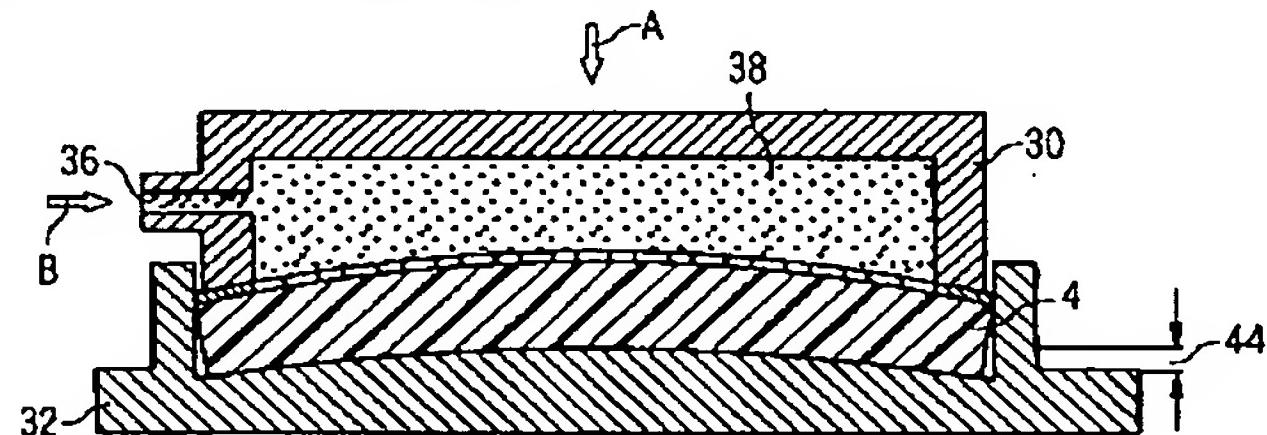
㉓ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 39 24 225 C2  
DE 198 20 319 A1  
DE 197 54 372 A1  
DE 39 17 765 A1  
US 45 56 899

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉔ Vorrichtung zum Verpacken von elektronischen Bauteilen mittels Spritzgusstechnik

㉕ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verpacken elektronischer Bauteile mittels Spritzgusstechnik, wobei eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen (2) auf einer ersten Seite (6) eines Systemträgers (4) angeordnet ist und der Systemträger Leiterbahnen, Kontaktanschlussflächen zum Verbinden mit Kontaktflächen der elektronischen Bauteile und Durchkontakte zum Anbringen von Außenkontaktflächen auf einer zweiten Seite (8) aufweist. Der Systemträger besteht aus einem Keramiksubstrat, das auf der ersten Seite mit einer Kunststoffschicht bedeckt ist.



DE 101 26 508 A 1

# DE 101 26 508 A 1

1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verpacken von elektronischen Bauteilen mittels Spritzgusstechnik und ein Verfahren zum Verpacken von elektronischen Bauteilen unter Verwendung dieser Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

[0002] Derartige Vorrichtungen zum Verpacken von elektronischen Bauteilen werden beispielsweise in der CSP-Technik (Chip Size Packaging) oder auch in der MCM-Technik (Multi Chip Module) eingesetzt, um eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen auf einer ersten Seite eines Zwischen- oder Systemträgers mit einer Kunststoffgussmasse zu vergießen. Die Vielzahl von Bauteilen sind dazu auf einer ersten Seite eines Zwischenträgers in vorbestimmten Positionen angeordnet, und der Zwischen- oder Systemträger bzw. sog. Nutzen weist Leiterbahnen, Kontaktanschlussflächen zum Verbinden mit mikroskopisch kleinen Kontaktflächen der elektronischen Bauteile und Durchkontakte auf, die mit Leiterbahnen auf einer zweiten Seite des Systemträgers verbunden sind. Auf dieser zweiten Seite des Systemträgers, die gegenüber liegend zur ersten Seite angeordnet ist, sind an vorbestimmten Stellen Außenkontaktflächen oder Kontakthöcker angebracht.

[0003] Der Systemträger besteht bei derartigen Vorrichtungen für sogenannte BGA-Bauelemente (Ball Grid Array) aus einem Polyimidsubstrat oder aus einem glasfaserverstärkten Epoxidsubstrat, wenn diese Bauelemente für Logik- oder Hochfrequenzanwendungen konstruiert sind. Um die elektronischen Bauteile, die üblicherweise in Halbleiterchips auf der ersten Seite des Systemträgers angeordnet sind, vor Beschädigungen zu schützen, wird die gesamte Vorrichtung mittels eines Spritzgussverfahrens mit Kunststoff versiegelt. Dieses Spritzgussverfahren ist als "Transfermolding-Verfahren" standardisiert. Der System- oder Zwischenträger muss dabei hohen mechanischen und thermischen Belastungen standhalten, da ein Spritzgusswerkzeug und der Systemträger der Vorrichtung zum Abdichten der Fuge zwischen dem Spritzgusswerkzeug und dem Systemträger zusammen geklammert werden. Dabei wirkt ein hoher Anspressdruck auf die Ränder des Systemträgers, damit keine Kunststoffgussmasse zwischen dem Systemträger und dem Spritzgusswerkzeug austritt.

[0004] Die Verwendung keramischer Substrate anstelle von solchen aus Kunststoff für bestimmte Anwendungen wäre mit Vorteilen verbunden und daher wünschenswert, da damit eine höhere Strukturdichte aufgrund von schmäleren Leiterbahnen und kleineren Durchkontaktierungen und damit eine verbesserte elektrische Leistungsfähigkeit realisiert werden könnte. Zudem könnte aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit und damit besseren Wärmeabfuhr des hoch wärmeleitenden Keramiksubstrats auf zusätzliche Kühlvorrichtungen verzichtet werden. Weiterhin könnten auf diese Weise Multilayer-Bauelemente mit integrierten passiven Strukturen – z. B. Widerstände, Spulen und Kondensatoren – realisiert werden, bspw. in LTCC-Technik (Low Temperature Cofired Ceramic). Alle die genannten Vorteile umfassen die Möglichkeit, kleinere Baugrößen zu realisieren, wie sie bspw. für Mobilfunk-Anwendungen wienschenwert sind.

[0005] Nachteilig an den üblicherweise verwendeten Keramiksubstraten ist jedoch, dass ihr thermischer Ausdehnungskoeffizient wesentlich geringer ist der der Pressmasse. Beim Abkühlen der Pressmasse nach dem Transfermolding-Prozess kontrahiert daher die Kunststoffmasse stärker als das Substrat. Eine zusätzliche Volumenschwundung tritt durch eine Vernetzung des Kunststoffs auf. Somit kann eine relativ starke Durchbiegung des überspritzten Keramiksubstrats – eine sogenannte Warpage – entstehen, die eine große Durch-

2

biegung der Einzelbauteile nach dem Vereinzen des Systemträgers bzw. Nutzens zur Folge hätte. Dies würde zu Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung der Einzelbauteile führen, so bspw. beim Auflöten der Bauteile in Ball-Grid-Array-Technik.

[0006] Zur Vermeidung der Durchbiegung wäre es möglich, das Keramiksubstrat sehr steif auszustalten, bspw. durch entsprechende Werkstoffauswahl oder durch relativ große Dicke. Damit wären jedoch höhere Kosten für spezielle Substratmaterialien verbunden. Zudem würde die Gefahr von Delaminationen von Moldmasse und Substrat als Folge der herrschenden Spannungen entstehen, womit auch eine geringere Fertigungsausbeute verbunden wäre.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung anzugeben, die die Nachteile im Stand der Technik überwindet und es ermöglicht, elektronische Bauteile montiert auf Systemträgern aus Keramik mit einem hochautomatisierten Spritzgussverfahren zu verpacken. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Verpacken elektronischer Bauteile unter Verwendung einer entsprechenden Vorrichtung anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Merkmale vorteilhafter Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0009] Erfindungsgemäß ist bei einer Vorrichtung zum Verpacken elektronischer Bauteile mittels Spritzgusstechnik eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen auf einer ersten Seite eines Systemträgers in vorbestimmten Positionen angeordnet. Der Systemträger weist Leiterbahnen, Kontaktanschlussflächen zum Verbinden mit Kontaktflächen der elektronischen Bauteile und Durchkontakte zum Anbringen von Außenkontaktflächen und/oder Kontakthöckern auf einer zweiten Seite auf, die der ersten Seite gegenüber liegt. Erfindungsgemäß ist der Systemträger ein Keramiksubstrat, das auf der ersten Seite mit einer Kunststoffschicht bedeckt ist.

[0010] Diese erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, dass die empfindlichen Halbleiterbausteine durch die Kunststoffschicht zuverlässig vor mechanischen Beschädigungen geschützt sind. Die Montage der Halbleiterbausteine auf einem Systemträger aus Keramik hat zudem den Vorteil, dass auf diese Weise sehr hohe Strukturdichten, d. h. schmälere Leiterbahnen und kleinere Durchkontaktierungen als bei bisher bekannten Trägermaterialien aus Epoxy- oder Polyimidsubstraten. Da das Keramiksubstrat zudem die Wärme besser abführt, kann ggf. auf zusätzliche Kühlvorrichtungen verzichtet werden.

[0011] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die elektronischen Bauteile vollständig von der Kunststoffschicht umhüllt sind. Diese Ausführungsform hat den Vorteil eines sehr weitgehenden Schutzes der elektronischen Bauteile vor mechanischen Einwirkungen aller Art. Bei dem hochautomatisierten Standardprozess des Transfermoldens wird die Kunststoffgussmasse bei einer Temperatur von ungefähr 180°C und bei einem typischen Druck von ungefähr 8 MPa in eine Kavität eines auf den Systemträger der Vorrichtung aufgesetzten Werkzeugoberteils eingespritzt. Dazu muss das Spritzgusswerkzeug mit der ein Kunststoffgehäuse bildenden Kavität des Werkzeugoberteils mit großer Kraft

auf den Systemträger aufgesetzt werden, um Durchbiegungen und Welligkeiten des Systemträgers, die zu Undichtigkeiten oder zum Austreten von Kunststoffgussmasse aus dem Hohlraum führen würden, auszugleichen.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung liefert zudem den Vorteil, dass böhre Strukturdichten mit dem Systemträger aus einem Keramiksubstrat durch schmälere Leiterbahnen, kleinere Kontaktierungen und verbesserte elektrische Ausführungen erreicht werden können. Außerdem wird der

sog. "Popcorn-Effekt" vollständig vermieden, und es treten keinerlei Schädigungen durch Verdampfen von adsorbierten Wassermolekülen in porösen Kunststoffsubstraten, beispielsweise beim späteren Anbringen von Außenkontaktflächen oder beim Einlöten von Kontakthöckern auf. Schließlich liefert das Keramiksubstrat die Möglichkeit der Realisierung von Multilayerbauelementen mit integrierten passiven Strukturen wie Widerständen, Induktivitäten und Kondensatoren in dem Keramiksubstrat zwischen entsprechend präparierten Keramiklagen.

[0013] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Kunststoffschicht aus einem duroplastischen Kunststoff gebildet ist, was den Vorteil von sehr kostengünstig und auf einfache Weise verarbeitbaren Basismaterialien für die Kunststoffschicht hat. Ein duroplastischer Kunststoff weist zudem den Vorteil einer sehr hohen Festigkeit auch bei höheren Betriebstemperaturen der elektronischen Bauteile auf, da Duroplasten bei Erwärmung nicht dazu neigen, weich zu werden bzw. zu fließen.

[0014] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist die Kunststoffschicht aus Epoxidharz gebildet, womit der Vorteil eines sehr kostengünstig zu verarbeitbaren Kunststoffes verbunden ist.

[0015] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sieht vor, dass das Epoxidharz eine Glasfaserverstärkung aufweist. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass die Kunststoffschicht eine deutlich erhöhte Festigkeit aufweist. Sie kann in diesem Fall je nach gewünschtem Einsatzzweck auch tragende Funktionen übernehmen. Zu diesem Zweck können in der Kunststoffschicht auch weitere Beschläge, Verbindungsteile oder dergleichen eingegossen werden.

[0016] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Kontakthöcker aus Lotkugeln hergestellt sind, wobei diese Lotkugeln erst nach dem Spritzgießen der elektronischen Bauteile in vorbereiteten Positionen auf der zweiten Seite des Keramiksubstrats aufgebracht werden. Auf diese Weise können auf einfache Weise sog. BGA-Bauelemente (Ball Grid Array) hergestellt werden, die sich für eine sog. Flip-Chip-Montage eignen.

[0017] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mit einer Reinheit von wenigstens 96% hergestellt. Dieses Aluminiumoxid ist wegen der Kombination von guten elektrischen und mechanischen Eigenschaften sowie seines relativ günstigen Preises und seiner Verfügbarkeit das für die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verpacken elektronischer Bauteile am besten geeignete Keramiksubstratmaterial. In den typischen Standardmessungen, wie sie auch für die Dünnfilmtechnik verwendet werden, ist das  $\text{Al}_2\text{O}_3$  relativ preisgünstig verfügbar. Zwar ist der Elastizitätsmodul des  $\text{Al}_2\text{O}_3$  relativ hoch, wodurch beim Spritzgießen hohe Spannungen in das Keramiksubstrat induziert werden, aber wegen der hohen Festigkeit des Materials kann dies in Kauf genommen werden. Darüber hinaus können Spannungsspitzen bspw. durch mehrschichtig aufgebaute Substrate abgebaut werden.

[0018] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sieht vor, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mit einer Reinheit von wenigstens 96% mit Zusätzen von Magnesiumoxid ( $\text{MgO}$ ) hergestellt ist. Dadurch kann die Feinkörnigkeit der Keramik nochmals verbessert werden, da Magnesiumoxid als Kornwachstumsinhibitor in  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramiken wirkt und somit vermieden wird, dass sich durch anomales Kornwachstum zu große Körner und zu große Inhomogenitäten in dem Keramiksubstrat bilden.

[0019] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Alumi-

niumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mit einer Reinheit von wenigstens 96% mit eingelagerten  $\text{ZrO}_2$ -Partikeln hergestellt. Damit ist der Vorteil verbunden, dass der für teilstabilisierte  $\text{ZrO}_2$ -Keramiken bekannte und typische Mechanismus auch auf Aluminiumoxidkeramiken übertragbar wird. Dabei wird durch geeignete prozesstechnische Maßnahmen die Mikrostruktur der  $\text{ZrO}_2$ -Partikel so eingestellt, dass sie nicht nur monoklin, sondern auch bei Raumtemperatur eine metastabile Phase einnehmen. Diese tetragonale Phase des  $\text{ZrO}_2$  wandelt sich erst unter dem Einfluss von Spannungsfeldern in der Umgebung einer Riss spitze martensitisch in die stabile monokline Phase um. Dieses ist mit einer Volumenzunahme verbunden, was Druckspannungen erzeugt, welche das für die Rissausbreitung verantwortliche Zugspannungsfeld lokal verhindert und somit die Rissausbreitung in einer Aluminiumoxidkeramik mit eingelagerten  $\text{ZrO}_2$ -Partikeln verhindert.

[0020] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumnitrid hergestellt ist. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass Aluminiumnitrid eine hohe Wärmeleitfähigkeit bei ähnlichen mechanischen Eigenschaften wie Aluminiumoxid aufweist. Zudem kann der niedrige thermische Ausdehnungskoeffizient, der für Aluminiumnitrid näher beim Halbleitersilizium liegt, für manche Anwendungen ein zusätzlicher Vorteil sein.

[0021] Eine alternative Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Keramiksubstrat aus Glaskeramik hergestellt ist. Dieses Material mit einem typischen Glasanteil von mindestens 50% eignet sich aufgrund seiner niedrigen Temperatur, bei dem es gesintert wird, besonders gut für den vorliegenden Anwendungsfall. Zudem besitzt eine solche Glaskeramik einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als die zuvor beschriebenen Materialien, der zwischen ca.  $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und  $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und damit deutlich näher bei dem des Kunststoffes liegt, der durch das Transfomolding-Verfahren aufgebracht wird.

[0022] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sieht vor, dass das Keramiksubstrat wenigstens zwei Schichten umfasst, die jeweils unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, was den Vorteil einer höheren Widerstandsfähigkeit des Substrats gegenüber den Belastungen bei dem hoch automatisierten Spritzgussprozess hat. Auf diese Weise können nämlich die an der Substratoberfläche effektiv wirksamen Zugspannungen bei dem Spritzgussprozess vermindert.

[0023] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist eine ersten Keramikschicht, welche die mit der Kunststoffschicht bedeckte erste Seite des Systemträgers bildet, einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf als die benachbarte wenigstens eine weitere Keramikschicht. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass die beim Spritzgussprozess herrschende deutlich erhöhte Temperatur von ca.  $180^\circ\text{C}$  des flüssigen Kunststoffes für eine stärkere Ausdehnung der vom Kunststoff bedeckten ersten Seite des Systemträger sorgt, wogegen die schwächere Ausdehnung der gegenüber liegenden zweiten Seite insgesamt für eine Verwölbung des Substrats sorgt. Der Keramiksystemträger wölbt sich somit unter Wärmeeinwirkung nach unten und wird beim Abkühlen des aufgespritzten Kunststoffes wieder plan.

[0024] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sieht vor, dass das Keramiksubstrat ein mehrschichtiges Substrat ist, dessen wenigstens drei Schichten unterschiedliche Elastizitätsmoduli aufweisen, wobei eine zentrale innere Keramikschicht einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als die benachbarten äußeren Schichten. Wegen der lokal höheren Nachgiebigkeit der Keramik im oberflächennahen Bereich, wo die höchsten Verformungen beim Aufsetzen des Spritz-

gusswerkzeugs entstehen, werden die dort auftretenden Spannungen reduziert. Ggf. entstehende Risse, die sich trotz der niedrigen Spannungen bilden können und sich ausgehend von der Oberfläche zur Mitte hin ausbreiten, werden am Übergang auf die benachbarte innere Schicht gestoppt. Die für die weiteren Verarbeitungsschritte erforderliche Festigkeit des Keramikverbunds wird durch die innere zentrale Schicht, die eine hohe Festigkeit und einen hohen Elastizitätsmodul aufweist, vorteilhaft gewährleistet.

[0025] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Keramiksubstrat ein mehrlagiges Substrat ist, das Keramiklagen und Metalllagen zum Abbau innerer Spannungen aufweist. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass damit die Steifigkeit des Gesamtverbunds verringert und somit auch die Gefahr eines Bruchs des Keramiksubstrats vermindert wird.

[0026] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist das Keramiksubstrat ein mehrlagiges Substrat, das Keramiklagen und in Leiterbahnen und passive Bauelemente strukturierte Metalllagen aufweist, wobei Durchkontakte die Leiterbahnen und Bauelemente in den unterschiedlichen Metalllagenniveaus selektiv miteinander verbinden. Mit einem derartigen Keramiksubstrat können vorteilhaftweise Multilayer-Bauelemente realisiert werden, wobei die passiven Strukturen, wie Widerstände, Induktivitäten und Kondensatoren in den einzelnen Metalllagen bereits beim Sintern des Keramiksubstrats hergestellt werden.

[0027] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sieht vor, dass das Keramiksubstrat im entspannten Zustand plan ist, was den Vorteil hat, dass erst unter Verformung im Spritzgusswerkzeug eine Verwölbung der Keramik auftritt, die sich im entspannten Zustand nach der Schwindung der Kunststoffschicht wieder zurück bildet.

[0028] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Keramiksubstrat in einer Auflage der Vorrichtung aufliegt, die leicht gewölbt und in der Mitte der Auflage erhöht ist. Damit ist der Vorteil einer ganz definierten mechanischen Verformung des Keramiksystemträgers verbunden, der exakt auf die Längenschwindung der Kunststoffschicht nach deren Erkalten abgestimmt werden kann. Da die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien bekannt sind, kann die gezielte Verwölbung des Systemträgers im Spritzgusswerkzeug exakt eingestellt werden.

[0029] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist das Keramiksubstrat einen umlaufenden Metallring am Rand seiner ersten Seite auf, womit der Vorteil verbunden ist, dass das aufliegende Werkzeugoberteil des Spritzgusswerkzeuges nicht direkt auf der Keramik aufliegt, sondern dessen Druckkraft mittels des Metallrings, der bspw. aus Kupfer bestehen kann, so verteilt wird, dass keine Bruchgefahr für die Keramik besteht. Zudem dient der relativ weiche Kupferring zur Abdichtung des Spritzgusswerkzeugs und verhindert, dass der unter hohem Druck eingespritzte Kunststoff am Rand austreten kann.

[0030] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform sieht vor, dass das Keramiksubstrat mit einem aufgesetzten Werkzeugoberteil der Vorrichtung an seinen äußeren Rändern nach unten gebogen ist. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass mit dem Aufsetzen des Werkzeugoberteils die gewünschte Verwölbung des Keramiksubstrats vorgenommen werden kann, ohne dass weitere mechanische Spannvorrichtungen oder dergleichen notwendig sind.

[0031] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist der Systemträger einen quadratischen Grundriss mit einer Kantenlänge von ungefähr 2 Zoll auf. Auf einem derartigen kompakten Systemträger aus Keramik können eine Vielzahl von Halbleiterchips montiert sein, die

in einem Prozessschritt mit Kunststoff umgossen werden können. Ein Systemträger dieser Abmessungen kann mit minimaler Verwölbung verarbeitet werden, was die Gefahr von Brüchen oder sonstigen Verarbeitungsfehlern verringert. Typischerweise können auf einem quadratischen Systemträger mit einer Kantenlänge von 2 Zoll ca. 9 mal 9 Halbleiterchips montiert sein, wodurch ein hochintegrierter und kompakter Systemträger mit fast 100 Halbleiterchips realisierbar ist. Wichtig bei einem quadratischen oder rechteckigen Grundriss des Systemträgers ist die in den Ecken weiter nach unten gezogene Auflage des Spritzgusswerkzeugs. Damit ist eine gleichmäßige Verformung und eine Homogenisierung der Spannung in der Keramik gewährleistet. Daraus resultiert eine Vergleichsmäßigung der neutralen Phase in der Keramik, in der im durchgebogenen Zustand weder Druck- (unten) noch Zugspannungen (oben) herrschen.

[0032] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Systemträger eine Fläche umfasst, die einem Halbleiterwafer entspricht. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass durch die Verarbeitung von unzerteilten Halbleiterwafern ein erheblich größerer Durchsatz der Verarbeitungsmaschinen erreicht werden kann. Ein derartiger runder Systemträger mit einem typischen Durchmesser von 200 oder 300 mm kann anschließend nach dem Verkleiden mit der Kunststoffschicht in kleinere Baugruppen vereinzelt werden.

[0033] Ein Verfahren zum Verpacken von elektronischen Bauteilen unter Verwendung einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst folgende Verfahrensschritte: zunächst wird ein Systemträger aus Keramiksubstrat mit Leiterbahnen, Kontaktanschlussflächen und Durchkontakten zum Anbringen von Außenkontakteflächen und/oder Kontakthöckern auf vorbestimmten Positionen bereitgestellt. Anschließend wird ein die Gehäuseform bildendes Spritzgusswerkzeug bereitgestellt, das auf einen Randbereich des Systemträgers dichtend aufgepresst wird. Danach erfolgt das Einspritzen einer Kunststoffgussmasse in den Hohlraum zwischen Spritzgusswerkzeug und Bauteile tragender erster Seite des Systemträgers und das Aufbringen von Außenkontakteflächen und/oder Kontakthöckern in vorbestimmten Positionen einer zweiten Seite des Systemträgers. Schließlich werden die elektronischen Bauteile mit angegossenem Gehäuse vereinzelt.

[0034] Dieses erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass mit Hilfe eines hochautomatisierten Standardprozesses, nämlich des sogenannten Transfermoldens, elektronische Bauelemente auf Keramiksubstraten mit einer Spritzgussmasse aus Kunststoff eingekapselt werden können. Dadurch ist es möglich, gegenüber der herkömmlichen Technik, bei der aufgrund der hohen Temperatur und der Druckbelastung der Substrate sowie wegen der Schwindung des Kunststoffs nach dem Erkalten nur glasfaserverstärkte Epoxy- oder Polyimidsubstratmaterialien eingesetzt werden, nun aufgrund der erfindungsgemäßen Vorbiegung des Keramiksubstrats zu völlig ebenen und spannungsfreien Systemträgern zu gelangen, die den auftretenden Belastungen ohne weiteres standhalten.

[0035] Mit dem Keramiksubstrat werden gegenüber den Epoxy- oder Polyimidsubstratmaterialien höhere Strukturdichten realisierbar, weil schmalere Leiterbahnen und kleinere Durchkontaktierungen einsetzbar sind. Außerdem wird mit diesem Verfahren der für Kunststoffsubstrate bekannte "Popcorn-Effekt", der sich insbesondere beim Anlöten der Lotkugeln zu Kontakthöckern auf dem fertig vergossenen Bauteil auswirkt, vermieden, da Keramiksubstrate im Gegensatz zu den herkömmlichen Kunststoff-Substraten bei

entsprechend hohen Temperaturen gesintert werden und demzufolge keine absorbierte Feuchtigkeit mehr enthalten. [0036] Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass die Kontaktböcker durch Aufschmelzen von Lotkugeln hergestellt werden. Auf diese Weise können auf einfache Weise sog. BGA-Bauelemente (Ball Grid Array) hergestellt werden, die sich für eine sog. Flip-Chip-Montage eignen.

[0037] Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird der Systemträger durch Aufpressen des Spritzgusswerkzeuges an seinen Randbereich nach unten gebogen. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass mit dem Aufsetzen des Werkzeugoberteils die gewünschte Verwölbung des Keramiksubstrats vorgenommen werden kann, ohne dass weitere mechanische Spannvorrichtungen oder dergl. notwendig sind.

[0038] Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass die das Gehäuse bildende Kunststoffmasse auf den verformten Systemträger aufgespritzt wird und dass dieser nach der Entnahme aus dem Spritzgusswerkzeug durch Schwinden der Kunststoffmasse wieder eine annähernd plane Kontur annimmt. Allein durch Abstimmung der Verformung auf die entsprechenden thermischen Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien kann ein im kalten Zustand völlig planer und spannungsfreier Systemträger aus Keramiksubstrat erhalten werden.

[0039] Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird als Systemträger ein mehrschichtiges Keramiksubstrat eingesetzt, dessen wenigstens zwei Schichten unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, wobei eine erste Keramikschicht, welche die mit der Kunststoffschicht bedeckte erste Seite des Systemträgers bildet, einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als die benachbarte wenigstens eine weitere Keramikschicht. In dieser Ausführungsform ist von Vorteil, dass die Gefahr des Brechens des Substrats bei Anwendung der hohen Verfahrensdrücke beim Spritzgussverfahren vermindert wird, da in den benachbarten äußeren Schichten beim Abkühlen der Keramiksubstrate nach dem Sintern Druckspannungen induziert werden, so dass die Gefahr der Rissbildung unter Zugspannungen während des Einspritzvorgangs und der weiteren thermischen Nachbehandlungen vermindert wird.

[0040] Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird als Systemträger ein mehrschichtiges Keramiksubstrat eingesetzt, dessen wenigstens drei Schichten unterschiedliche Elastizitätsmoduli aufweisen, wobei eine zentrale innere Keramikschicht einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als die benachbarten äußeren Schichten. Diese Schichtfolge im Keramiksubstrat hat die bereits oben erwähnten Vorteile und verhindert die Gefahr des Brechens des Keramiksubstrats beim Einspritzvorgang.

[0041] Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, dass als Systemträger ein mehrlagiges Keramiksubstrat eingesetzt wird, das aus Keramiklagen und Metalllagen zum Abbau innerer Spannungen hergestellt wird, was den Vorteil hat, dass die Metalllagen zum Abbau innerer Spannungen im Substrat beitragen.

[0042] Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird als Systemträger ein mehrlagiges Keramiksubstrat eingesetzt, das aus Keramiklagen und aus in Leiterbahnen und passive Bauelemente strukturierte Metalllagen hergestellt ist, wobei die Leiterbahnen und Bauelemente in den unterschiedlichen Metalllagenniveaus mittels Durchkontakte selektiv miteinander verbunden werden. Mit einem derartigen Keramiksubstrat können vorteilhafterweise Multilayer-Bauelemente realisiert werden, wobei die

passiven Strukturen, wie Widerstände, Induktivitäten und Kondensatoren in den einzelnen Metalllagen bereits beim Sintern des Keramiksubstrats hergestellt werden.

[0043] Vorteilhafte Materialien für das Keramiksubstrat wurden bereits zuvor ausführlich erläutert; die damit verbundenen Vorteile sind auch auf die entsprechenden Verfahrensschritte ohne weiteres übertragbar.

[0044] Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird der Systemträger beim Spritzgussprozess durch den Kontakt mit dem verflüssigten Kunststoff verformt und nach dessen Erstarren wieder plan. Dies hat gegenüber der rein mechanischen Aufbringung der Vorkrümmung den Vorteil, dass das Substrat während des Molding-Prozesses mit geringeren Biegebeanspruchungen beaufschlagt wird und damit die Gefahr des Brechens der Keramik reduziert wird.

[0045] Zusammenfassend ergeben sich die folgenden Aspekte der Erfindung. Um ein fertigungstechnisch schnelles und kostengünstiges Verfahren zum mechanischen Umhüllen von Keramiksystemträgern mit darauf befindlichen elektronischen Halbleiterbauelementen zu erhalten, wird eine Vorrichtung und ein Verfahren vorgeschlagen zur Vermeidung oder Verringerung der sogenannten Warpage (Durchbiegung bzw. Verformung aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten) beim sog. Transfermolding von Keramiksubstraten. Die unterschiedliche Schwindung von Keramiksubstrat und Moldmasse aus Kunststoff wird dadurch zum mindest teilweise kompensiert, dass ein in entgegengesetzte Richtung vorgebogenes Substrat verwendet wird. Diese Vorbiegung kann entweder durch mechanisch oder thermisch induzierte Verbiegung während des Molding-Prozesses erzeugt werden.

[0046] Eine mechanische Verbiegung kann durch Aufpressen des im entspannten Zustand ebenen Keramiksubstrats beim Molden auf entsprechend gekrümmte Dichtflächen bzw. Auflagen des Werkzeugs erfolgen. Beim Abkühlen der bei ca. 180°C eingespritzten Kunststoffmasse wird deren größere Schwindung durch das Zurückfedern des Keramiksubstrats ausgeglichen. Durch die Wahl der Krümmung entsprechend dem Unterschied in den Schwindungen von Keramiksubstrat und Moldmasse kann eine Kompensation erreicht werden, die zu einem spannungsarmen oder sogar zu einem spannungsfreien Zustand eines nicht oder für wenig gebogenen Bauteils führt.

[0047] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Verbiegung des Substrats dadurch erreicht, dass sich das Substrat aufgrund der Temperaturerhöhung beim Molden von selbst in die gewünschte Richtung krümmt. Dies hat gegenüber der rein mechanischen Aufbringung der Vorkrümmung den Vorteil, dass das Substrat während des Molding-Prozesses mit geringeren Biegebeanspruchungen beaufschlagt wird. Damit ist auch die Bruchgefahr der Keramik reduziert. Eine derartige thermisch induzierte Vorkrümmung kann bspw. durch einen mehrschichtigen Aufbau des Keramiksubstrats erreicht werden, wobei die aneinander grenzenden Keramikschichten jeweils unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. Bei der Temperaturerhöhung während des Molding-Prozesses führt die unterschiedliche thermische Dehnung zur gewünschten Krümmung.

[0048] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

[0049] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verpacken elektronischer Bauteile in perspektivischer, schematischer Ansicht.

[0050] Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit aufgesetztem

## Spritzgusswerkzeug.

[0051] Fig. 3 zeigt eine weitere schematische Schnittdarstellung entsprechend Fig. 2 mit eingespritzter Kunststoffgussmasse.

[0052] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum Verpacken elektronischer Bauteile 2 mittels Spritzgusstechnik entsprechend einer Ausführungsform der Erfindung. Dazu ist eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen 2 auf einer ersten Seite 6 eines Systemträgers 4 aus Keramiksubstrat in vorbestimmten Positionen angeordnet. Der Systemträger 4 aus Keramiksubstrat weist – hier nicht näher dargestellte – Leiterbahnen, Kontaktflächen und Durchkontakte auf und fungiert somit als Umverdrahtungsplatte für die darauf montierten elektronischen Bauteile 2.

[0053] Der Systemträger 4 aus Keramiksubstrat – je nach Größe oftmals auch als "Nutzen" bezeichnet, der später in mehrere Substrate zerteilt wird – kann aus einer einzigen homogenen Keramiksicht bestehen. Er kann aber auch aus mehreren Schichten bestehen. In Fig. 1 ist eine beispielhafte Ausführungsform dargestellt, die aus drei Keramiklagen 16, 18, 20 besteht, wobei ggf. dazwischen jeweils Metalllagen 22, 24 angeordnet sein können. Die unterschiedlichen Metalllagenniveaus 22, 24 können dabei zu Leiterbahnen und passiven Bauelementen strukturiert und mittels Durchkontakte untereinander verbunden sein. Die elektronischen Bauteile 2 weisen jeweils Kontaktflächen auf, die mit dem Leiterbahniveau über Kontaktanschlussflächen auf dem Keramiksubstrat des Systemträgers 4 verbunden sind. Diese Verbindungen können entweder in Flip-Chip-Technologie hergestellt oder mittels Bonddrahtverbindungen realisiert sein. Jedes der elektronischen Bauteile 2, die vorzugsweise als Halbleiterchips bestehen, weist eine Vielzahl von solchen Kontaktflächen auf jedem der Chips auf und haben dementsprechend viele Verbindungen zu Kontaktanschlussflächen auf dem Keramiksubstrat des Systemträgers 4 im Bereich des Leiterbahniveaus.

[0054] Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt einen rechteckförmigen bzw. quadratischen Systemträger 4, der bspw. eine Kantenlänge von jeweils 2 Zoll aufweist. In diesem Fall können bspw. 9 mal 9, d. h. insgesamt 81 elektronische Bauteile 2 auf dem Systemträger 4 montiert sein. Es sind jedoch auch nahezu beliebige andere Formate denkbar mit einer weit höheren Anzahl von elektronischen Bauteilen 2 auf einem einzigen Systemträger. Dieser kann bspw. auch rund ausgeführt sein mit einem gleichen Durchmesser wie ein herkömmlicher Halbleiterwaffer, so dass ein solcher in einem gemeinsamen Verarbeitungsverfahren mit einem Systemträger 4 aus Keramiksubstrat zusammengefügt und mit diesem in den typischen Prozessschritten verarbeitet werden kann.

[0055] Das Keramiksubstrat des Systemträgers 4 weist typischerweise eine Dicke zwischen 100 und 600 µm auf; bei dem beispielhaften Systemträger 4 mit einer Kantenlänge von ca. 2 Zoll beträgt die Dicke vorzugsweise ca. 330 µm. Bei mehrlagigen Keramiksubstraten ist die Dicke entsprechend der Anzahl der Lagen ein Mehrfaches der einlagigen Ausführungsform, so dass Keramiken mit innenliegenden passiven Bauelementen bis zu 1000 µm Dicke erreichen können.

[0056] Am äußeren umlaufenden Rand der ersten Seite 6 des Systemträgers 4 ist ein Metallring 42 erkennbar, auf dem später der Deckel des Formwerkzeugs aufgesetzt wird. Der Metallring 42 besteht vorzugsweise aus Kupfer oder einem anderen relativ weichen Metall, um die Druckbelastungen des Formwerkzeugs gut auf dem darunter liegenden Keramiksubstrat verteilen zu können.

[0057] Der thermische Ausdehnungskoeffizient von derartigen Keramiksubstraten liegt typischerweise bei ungefähr 6

$\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , wobei bei einem mehrlagigen Systemträger die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der mit Kunststoff beschichteten ersten Seite 6 geringfügig höher liegt als die weiteren Lagen. Bei Glaskeramik liegt der thermische Ausdehnungskoeffizient bei ca.  $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bis  $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

5 Auf diese Weise kann während des Transfermolding-Prozesses unter den dabei entstehenden Temperaturen des Kunststoffes von ca. 180°C eine Durchbiegung des Keramiksubstrates an den Rändern nach unten erreicht werden, die nach dem Erkalten des Kunststoffes wieder verschwindet; d. h. bei Raumtemperatur ist das Keramiksubstrat des Systemträgers 4 völlig plan. Der wesentlich höhere thermische Ausdehnungskoeffizient von dem verwendeten Kunststoff von ca.

15  $\alpha_1 = 11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  im festen Zustand (Temperatur < 180°C) und

$\alpha_2 = 45 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  oberhalb der Transformationstemperatur von ca. 180°C

bewirkt somit eine starke Schwindung des Kunststoffes 20 beim Abkühlen und somit eine Verwölbung in Richtung der ersten Seite 6, die mit dem Kunststoff eine formschlüssige Verbindung bildet.

[0058] Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit aufgesetztem

25 Spritzgusswerkzeug 28. Gleiche Teile wie in Fig. 1 sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht mehrfach erläutert. Das Ausmaß bzw. die Dicke des Systemträgers 4 ist in dieser Darstellung der Fig. 2 stark vergrößert. Die elektronischen Bauteile 2 bestehen im wesentlichen aus 30 integrierten Schaltungen tragenden Halbleiterchips einer Dicke zwischen 100 und 500 µm, während das Keramiksubstrat eine Dicke zwischen 400 bis zu 1000 µm aufweist.

[0059] Mit seiner zweiten Seite 8 liegt der Systemträger 4 35 aus Keramiksubstrat in einer Auflage 32 des Spritzgusswerkzeugs 28; wobei der Systemträger 4 bzw. Nutzen an seinen Rändern vollständig von einem umlaufenden Rahmen der Auflage 32 umfasst wird. Mittig liegt die untere zweite Seite 8 des Systemträgers 4 auf einem erhöhten Bereich der leicht ballig gewölbten Auflage 32 auf. Diese Verwölbung der Auflage 32 ist zur besseren Erkennbarkeit deutlich übertrieben dargestellt. Auf den umlaufenden Metallring 42 am oberen Rand der ersten Seite 6 des Systemträgers 4 wird ein Werkzeugoberteil 30 des Spritzgusswerkzeugs 28 aufgesetzt, so dass unter einer äußeren Druckkraft

40 eine dichtende Auflage zwischen dem umlaufenden Rand des Werkzeugoberteils 30 und dem Metallring 42 entsteht. Wichtig bei einem rechteckigen oder quadratischen Grundriss des Systemträgers 4 sind seine gegenüber den Rändern nahe seinen Symmetrieachsen stärker nach unten gewölbten Ecken, was für eine gleichmäßige Wölbung des Substrats 45 und damit für eine Homogenisierung der Spannung in der Keramik sorgt. Die neutrale Phase verläuft in diesem Fall annähernd mittig und parallel zu den planen Oberflächen des Keramiksubstrats.

[0060] Fig. 3 zeigt eine weitere schematische Schnittdarstellung entsprechend Fig. 2 mit eingespritzter Kunststoffgussmasse 38. Gleiche Teile wie in den vorstehenden Figuren sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht nochmals erläutert. Der Hohlraum im Werkzeugoberteil 30 ist in dieser Darstellung vollständig mit der durch die

50 Zuführöffnung 36 (in Pfeilrichtung B) eingespritzten Kunststoffgussmasse 38 gefüllt, die auf diese Weise auch alle Hohlräume zwischen den elektronischen Bauteilen 2 ausfüllt und diese vollständig umhüllt. Die Kunststoffgussmasse 38 wird unter einem Druck von ca. 8 MPa vergossen.

Zwischen Rand des Werkzeugoberteils 30 und Metallring 42 kann aufgrund der Druckkraft in Pfeilrichtung A keine flüssige Kunststoffgussmasse 38 austreten. Die Kunststoff-

# DE 101 26 508 A 1

11

gussmasse 38 dringt bei dem Spritzgussvorgang in alle Hohlräume ein und bildet eine isolierende Schicht zwischen leitenden Komponenten. Nach dem Abnehmen des Werkzeugoberteils 30 vom Metallring 42 kann der zunächst um die Durchbiegung 44 gewölbte Systemträger 4 aus Keramiksubstrat während des Abkühlens der Kunststoffgussmasse 38 wieder in seine plane Ausgangslage zurückkehren. [0061] Die nicht gezeigten integrierten Schaltungen eines elektronischen Bauteils 2 sind über seine Kontaktflächen und eine Bonddrahtverbindung mit Kontaktanschlussflächen auf dem Keramiksubstrat verbunden. Diese Kontaktanschlussflächen sind wiederum mittels Leiterbahnen auf der ersten Seite 6 des Keramiksystemträgers 4 und über Durchkontakte mit Leiterbahnen auf der zweiten Seite 8 zur Univerdrahtung verbunden, wobei eine Lötkontaktefläche im Endbereich der Leiterbahn auf der zweiten Seite 8 einen Kontakthöcker aufnimmt. Diese Kontakthöcker werden durch das Anschmelzen von Lotkugeln auf der Lötkontaktefläche gebildet. Beim abschließenden Zertrennen der Vorrichtung zum Verpacken elektronischer Bauteile mittels Spritzgusstechnik entstehen so einzelne Bauteile mit auf vorbestimmten Positionen angeordneten Außenkontaktflächen oder Kontakthöckern, die auf dem Spritzgussgehäuse auf der zweiten Seite 8 des Systemträgers 4 aus Keramiksubstrat angeordnet sind. Nach dem Zertrennen erhält man die sogenannten CSP (Chip Size Packages).

## Bezugszeichenliste

2 Elektronisches Bauteil	30
4 Systemträger	
6 erste Seite	
8 zweite Seite	
16 erste Keramiklage	35
18 zweite Keramiklage	
20 dritte Keramiklage	
22 erste Metalllage	
24 zweite Metalllage	
28 Spritzgusswerkzeug	40
30 Werkzeugoberteil	
32 Auflage	
36 Zuführöffnung	
38 Kunststoffgussmasse (Moldmasse)	
42 Metallring	45
44 Durchbiegung	

## Patentansprüche

- Vorrichtung zum Verpacken elektronischer Bauteile mittels Spritzgusstechnik, wobei eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen (2) auf einer ersten Seite (6) eines Systemträgers (4) in vorbestimmten Positionen angeordnet ist und der Systemträger (4) Leiterbahnen, Kontaktanschlussflächen zum Verbinden mit Kontaktflächen der elektronischen Bauteile (2) und Duschkontakte zum Anbringen von Außenkontaktflächen und/oder Kontakthöckern auf einer zweiten Seite (8) aufweist, die der ersten Seite (6) gegenüber liegt, wobei der Systemträger (4) ein Keramiksubstrat ist, das auf der ersten Seite (6) mit einer Kunststoffschicht bedeckt ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronischen Bauteile (2) vollständig von der Kunststoffschicht umhüllt sind.
- Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht aus einem duroplastischen Kunststoff gebildet ist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprü-

12

che, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht aus Epoxidharz gebildet ist.

- Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Epoxidharz eine Glasfaserverstärkung aufweist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontakthöcker aus Lotkugeln hergestellt sind.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ) mit einer Reinheit von wenigstens 96% hergestellt ist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ) mit einer Reinheit von wenigstens 96% mit Zusätzen von Magnesiumoxid hergestellt ist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumnitrid hergestellt ist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus Glaskeramik hergestellt ist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat wenigstens zwei Schichten (16, 18, 20) umfasst, die jeweils unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.
- Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine ersten Keramikschicht (16), welche die mit der Kunststoffschicht bedeckte erste Seite (6) des Systemträgers (4) bildet, einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als die benachbarte wenigstens eine weitere Keramikschicht (18).
- Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat ein mehrschichtiges Substrat ist, dessen wenigstens drei Schichten (16, 18, 20) unterschiedliche Elastizitätsmoduli aufweisen, wobei eine zentrale innere Keramikschicht (18) einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als die benachbarten äußeren Schichten (16, 20).
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat ein mehrlagiges Substrat ist, das Keramiklagen (16, 18, 20) und Metalllagen (22, 24) zum Abbau innerer Spannungen aufweist.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat ein mehrlagiges Substrat ist, das Keramiklagen (16, 18, 20) und in Leiterbahnen und passive Bauelemente strukturierte Metalllagen (22, 24) aufweist, wobei Durchkontakte die Leiterbahnen und Bauelemente in den unterschiedlichen Metallagenniveaus selektiv miteinander verbinden.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat im entspannten Zustand plan ist.
- Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat in einer Auflage (32) der Vorrichtung (28) aufliegt, die leicht gewölbt und in der Mitte der Auflage (32) erhöht ist.

# DE 101 26 508 A 1

13

19. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat einen umlaufenden Metallring (42) am Rand seiner ersten Seite (6) aufweist. 5
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat mit einem aufgesetzten Werkzeugoberteil (30) der Vorrichtung (28) an seinen äußeren Rändern nach unten gebogen ist. 10
21. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von ungefähr  $\alpha_1 = 11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  im festen Zustand und einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von ungefähr  $\alpha_2 = 45 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  oberhalb der Transformationstemperatur des Kunststoffs aufweist. 15
22. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Systemträger (4) einen quadratischen Grundriss mit einer Kantenlänge von ungefähr 2 Zoll aufweist. 20
23. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Systemträger (4) 9 mal 9 Halbleiterchips montiert sind. 25
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Systemträger (4) eine Fläche umfasst, die einem Halbleiterwafer entspricht. 30
25. Verfahren zum Verpacken von elektronischen Bauteilen unter Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
  - Bereitstellen eines Systemträgers (4) aus Keramiksubstrat mit Leiterbahnen, Kontaktanschlussflächen und Durchkontakten zum Anbringen von Außenkontakteflächen und/oder Kontakthöckern auf vorbestimmten Positionen, 35
  - Bereitstellen eines die Gehäuseform bildenden Spritzgusswerkzeuges (28),
  - dichtendes Aufpressen des Spritzgusswerkzeuges (28) auf einen Randbereich des Systemträgers (4), 40
  - Einspritzen einer Kunststoffgussmasse (38) in den Hohlraum zwischen Spritzgusswerkzeug (28) und Bauteile tragender erster Seite (6) des Systemträgers (4), 45
  - Aufbringen von Außenkontakteflächen und/oder Kontakthöckern in vorbestimmten Positionen einer zweiten Seite (8) des Systemträgers (4),
  - Vereinzeln der elektronischen Bauteile (2) mit angegossenem Gehäuse. 50
26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontakthöcker durch Aufschmelzen von Lotkugeln hergestellt werden.
27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Systemträger (4) durch Aufpressen des Spritzgusswerkzeuges (28) an seinen Randbereich nach unten gebogen wird. 55
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die das Gehäuse bildende Kunststoffgussmasse (38) auf den verformten Systemträger (4) aufgespritzt wird und dass dieser nach der Entnahme aus dem Spritzgusswerkzeug (28) durch Schwinden der Kunststoffmasse (38) wieder eine annähernd plane Kontur annimmt. 60
29. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass als Systemträger (4) ein mehrschichtiges Keramiksubstrat eingesetzt wird, dessen wenigstens zwei Schichten (16, 18, 20) unterschiedli-

14

- che thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, wobei eine erste Keramikschicht (16), welche die mit der Kunststoffschicht bedeckte erste Seite (6) des Systemträgers (4) bildet, einen höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist als die benachbarte wenigstens eine weitere Keramikschicht (18).
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 25, 26 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass als Systemträger (4) ein mehrschichtiges Keramiksubstrat eingesetzt wird, dessen wenigstens drei Schichten (16, 18, 20) unterschiedliche Elastizitätsmoduli aufweisen, wobei eine zentrale innere Keramikschicht (18) einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als die benachbarten äußeren Schichten (16, 20).
  31. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass als Systemträger (4) ein mehrlagiges Keramiksubstrat eingesetzt wird, das aus Keramiklagen (16, 18, 20) und Metalllagen (22, 24) zum Abbau innerer Spannungen hergestellt wird.
  32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass als Systemträger (4) ein mehrlagiges Keramiksubstrat eingesetzt wird, das aus Keramiklagen (16, 18; 20) und aus in Leiterbahnen und passive Baulemente strukturierte Metalllagen (22, 24) hergestellt ist, wobei die Leiterbahnen und Bauelemente in den unterschiedlichen Metalllagenniveaus mittels Durchkontakten selektiv miteinander verbunden werden.
  33. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mit einer Reinheit von mindestens 96% hergestellt wird.
  34. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus feinkörnigem Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mit einer Reinheit von mindestens 96% mit Zusätzen von Magnesiumoxid und/oder mit eingelagerten  $\text{ZrO}_2$ -Partikeln hergestellt wird.
  35. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass das Keramiksubstrat aus Glaskeramik hergestellt wird.
  36. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Systemträger (4) beim Spritzgussprozess durch den Kontakt mit dem verflüssigten Kunststoff verformt wird und nach dessen Erstarren wieder plan wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

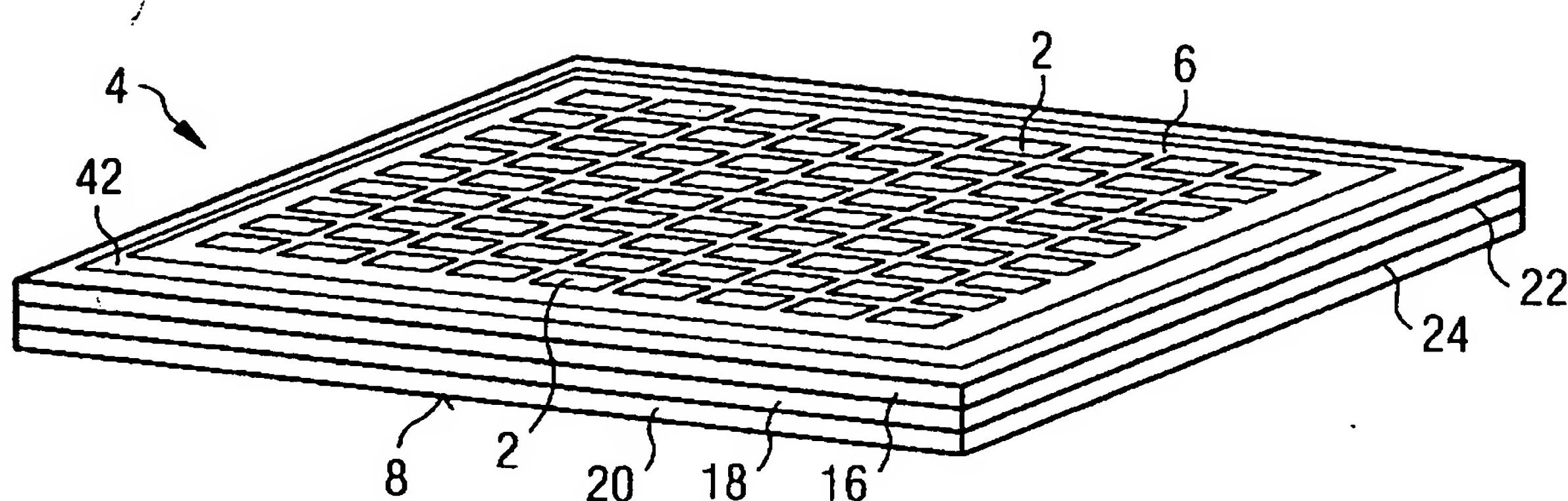


FIG 2

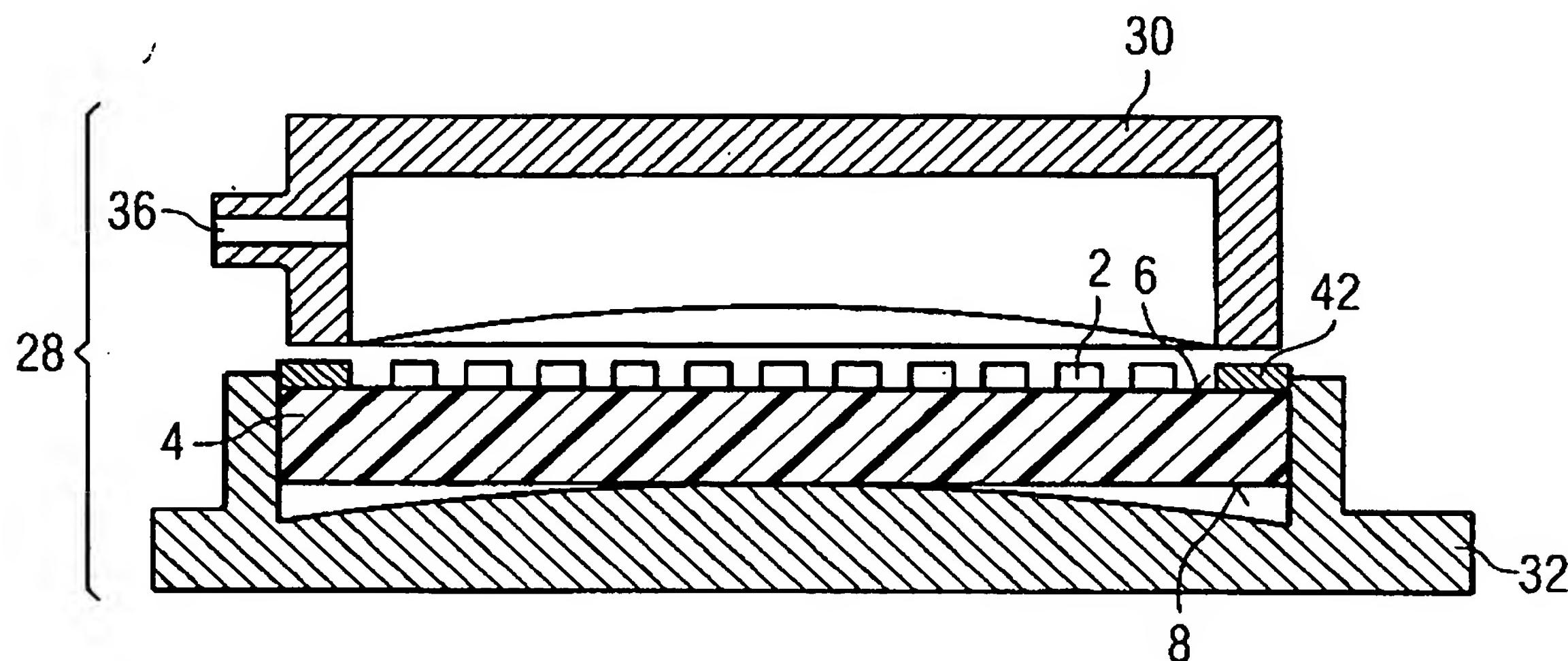


FIG 3

